

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-258244

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl.

H02M 3/155

(21)Application number : 2000-067933

(71)Applicant : TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD

(22)Date of filing : 13.03.2000

(72)Inventor : ITO MASAKI

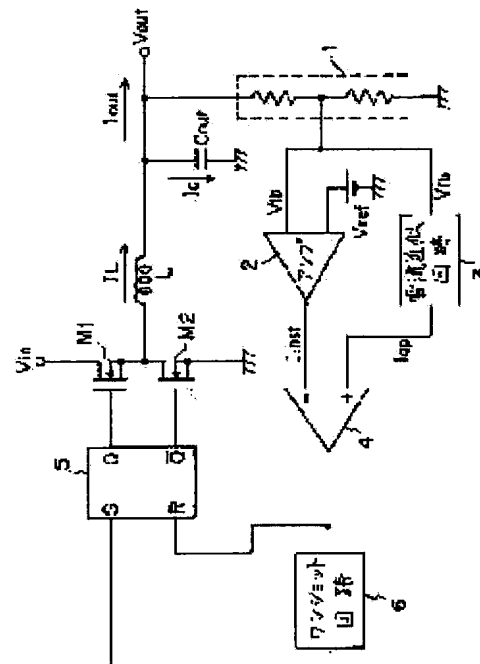
TSUJIMOTO YUICHI

## (54) SWITCHING POWER SUPPLY UNIT WITH CURRENT APPROXIMATING CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve efficiency in switching power supply unit.

**SOLUTION:** A switching power supply unit includes a switch M1 in which an input voltage  $V_{in}$  is applied, a coil L connected with the switch M1, and an output capacitor  $C_{out}$  connected with the output terminal. A dividing circuit 1 divides the output voltage  $V_{out}$  and generates a voltage feed-back signal  $V_{fb}$ . An air amplifier 2 generates a current instruction signal  $i_{inst}$  based on the voltage feed-back signal  $V_{fb}$ . A current approximating circuit 3 generates a coil current approximating value  $i_{ap}$  by using a voltage feed-back signal  $V_{fb}$ . The switch M1 is controlled according to the current command signal  $i_{inst}$  and the coil current approximating value  $i_{ap}$ .



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-258244  
(P2001-258244A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 2 M 3/155

識別記号

F I  
H 0 2 M 3/155

テーマコード (参考)  
H 5 H 7 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-67933 (P2000-67933)

(22) 出願日 平成12年3月13日 (2000.3.13)

(71) 出願人 000003218

株式会社豊田自動織機製作所  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(72) 発明者 伊東 正樹

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機製作所内

(72) 発明者 辻本 裕一

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機製作所内

(74) 代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

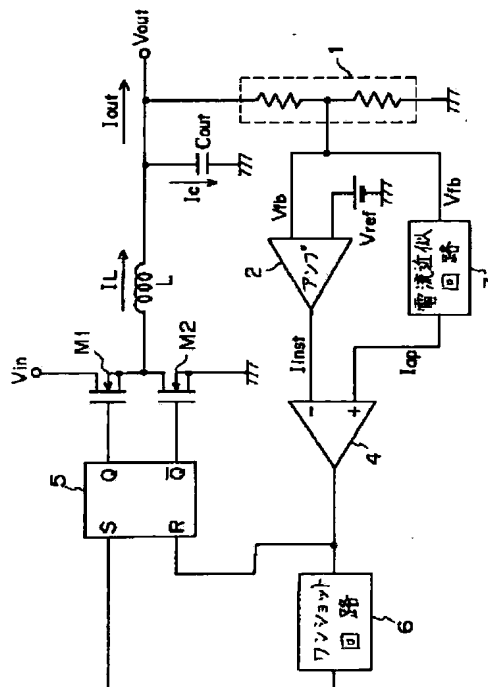
Fターム (参考) 5H730 AA14 AS05 BB13 DD04 DD32  
FD01 FD02 FG01

(54) 【発明の名称】 電流近似回路を備えるスイッチング電源装置

(57) 【要約】

【課題】 スイッチング電源装置の効率を向上させる。

【解決手段】 スイッチング電源装置は、入力電圧  $V_{in}$  が印加されるスイッチ  $M1$ 、スイッチ  $M1$  に接続されたコイル  $L$ 、および出力端子に接続された出力コンデンサ  $C_{out}$  を含む。分圧回路1は、出力電圧  $V_{out}$  を分圧して電圧フィードバック信号  $V_{fb}$  を生成する。エラーアンプ2は、電圧フィードバック信号  $V_{fb}$  に基づいて電流指令値信号  $I_{inst}$  を生成する。電流近似回路3は、電圧フィードバック信号  $V_{fb}$  を利用してコイル電流近似値  $I_{ap}$  を生成する。スイッチ  $M1$  は、電流指令値信号  $I_{inst}$  およびコイル電流近似値  $I_{ap}$  に従って制御される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力電圧が印加されるスイッチ、そのスイッチに接続されたコイル、および出力端子に接続されたコンデンサを含むスイッチング電源装置であって、出力電圧およびその出力電圧を微分した値に基づいて上記コイルを介して流れる電流を求める電流近似回路と、その電流近似回路により求められたコイル電流を用いて上記スイッチを制御する制御回路と、を有するスイッチング電源回路。

【請求項 2】 入力電圧が印加されるスイッチ、そのスイッチに接続されたコイル、および出力端子に接続されたコンデンサを含むスイッチング電源装置において上記コイルを介して流れる電流を求める電流検出回路であって、予め求められている当該スイッチング電源装置の出力電圧と出力電流との対応関係に基づいて、当該スイッチング電源装置の出力電圧に対応する出力電流を求める出力電流検出回路と、当該スイッチング電源装置の出力電圧を微分する微分回路と、上記出力電流検出回路および上記微分回路の出力に基づいて上記コイルを介して流れる電流を求めるコイル電流検出回路と、を有する電流検出回路。

【請求項 3】 入力電圧が印加されるスイッチ、そのスイッチに接続されたコイル、および出力端子に接続されたコンデンサを含むスイッチング電源装置を制御する方法であって、出力電圧およびその出力電圧を微分した値に基づいて上記コイルを介して流れる電流を求めるステップと、上記ステップにより求められたコイル電流を用いて上記スイッチを制御するステップと、を含むスイッチング電源装置の制御方法。

【請求項 4】 入力電圧が印加されるスイッチ、そのスイッチに接続されたコイル、および出力端子に接続されたコンデンサを含むスイッチング電源装置において上記コイルを介して流れる電流を検出する方法であって、予め求められている当該スイッチング電源装置の出力電圧と出力電流との対応関係に基づいて、当該スイッチング電源装置の出力電圧に対応する出力電流を求めるステップと、当該スイッチング電源装置の出力電圧を微分するステップと、上記 2つのステップによる各結果に基づいて上記コイルを介して流れる電流を求めるステップと、を有する電流検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スイッチング電源装置においてコイル電流を間接的に検出する回路および

方法に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、出力回路にコイルおよびコンデンサを有するスイッチング電源装置は数多く知られている。この種のスイッチング電源装置としては、例えば、DC/DCコンバータが代表的な例である。

【0003】図5は、既存のスイッチング電源装置の一例の構成図である。ここでは、降圧型のDC/DCコンバータを示す。このDC/DCコンバータは、出力電圧およびコイル電流を検出し、それらをフィードバック信号として利用してスイッチM1およびM2を制御することにより出力電圧を一定の値に保持する。

【0004】出力電圧は、出力端子に接続された抵抗ネットワークを利用して検出される。また、コイル電流は、主電流が流れる経路に挿入された（ここでは、コイルLに直列的に接続されている）センス抵抗Rsにおける電圧降下を利用して検出される。なお、コイル電流は、過電流を監視する目的でも検出されることがある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、コイル電流は、一般に、主電流が流れる経路に挿入されたセンス抵抗Rsにおける電圧降下を利用して検出される。このとき、当然のことではあるが、このセンス抵抗Rsにおいて損失が発生する。したがって、スイッチング電源装置全体の効率の低下を招いてしまう。

【0006】なお、近年、バッテリーにより駆動される電子機器（例えば、ノート型パーソナルコンピュータ等）が普及してきている。これらの電子機器では、バッテリー駆動時間を長くすることが1つの課題となっている。このため、これらの電子機器に搭載される電源装置の効率を向上させることは、特に重要である。

【0007】本発明の課題は、上述の問題を解決することであり、スイッチング電源装置の効率を向上させることである。また、本発明の他の課題は、出力回路にコイルおよびコンデンサを有するスイッチング電源装置において、直接的に検出することなくコイル電流を求めることである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のスイッチング電源装置は、入力電圧が印加されるスイッチ、そのスイッチに接続されたコイル、および出力端子に接続されたコンデンサを含む構成であり、出力電圧およびその出力電圧を微分した値に基づいて上記コイルを介して流れる電流を求める電流近似回路と、その電流近似回路により求められたコイル電流を用いて上記スイッチを制御する制御回路を有する。

【0009】上記構成のスイッチング電源装置においては、コイル電流は、直接的に検出されるのではなく、出力電圧およびその出力電圧を微分した値に基づいて求められる。このため、コイル電流を求める際に発生する損

失は小さくなる。

【0010】上記電流近似回路（電流検出回路）は、予め求められている当該スイッチング電源装置の出力電圧と出力電流との対応関係に基づいて当該スイッチング電源装置の出力電圧に対応する出力電流を求める出力電流検出回路と、当該スイッチング電源装置の出力電圧を微分する微分回路と、上記出力電流検出回路および上記微分回路の出力に基づいて上記コイルを介して流れる電流を求めるコイル電流検出回路とを有する。

【0011】スイッチング電源装置におけるコイル電流は、直流成分および交流成分に分けることが出来る。そして、コイル電流の直流成分は、概ね、当該スイッチング電源装置の出力電流と一致する。ここで、当該スイッチング電源装置の出力電圧と出力電流との対応関係が予め求められている場合には、出力電圧を検出することにより出力電流を求めることが出来る。したがって、コイル電流の直流成分は、出力電圧に基づいて求めることができる。一方、コイル電流の交流成分は、概ね上記コンデンサへ流れ込む電流と一致する。ここで、このコンデンサへ流れ込む電流を積分するとそのコンデンサの両端電圧が得られる。また、このコンデンサの両端電圧は実質的に当該スイッチング電源装置の出力電圧と同じものである。したがって、コイル電流の交流成分は、出力電圧を微分した値に基づいて求めることができる。すなわち、コイル電流は、スイッチング電源装置の出力電圧およびその出力電圧を微分した値に基づいて求めることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施形態のスイッチング電源装置の構成図である。ここでは、一例として、降圧型のDC/DCコンバータを採り上げる。

【0013】図1に示すDC/DCコンバータは、出力電圧 $V_{out}$ およびコイル電流 $I_L$ を検出し、それらをフィードバック信号として利用しながら出力電圧 $V_{out}$ を一定の値に保持する。ただし、コイル電流 $I_L$ は、主電流が流れる経路（コイル $L$ から出力端子へ向かう経路）において直接的に検出されるのではなく、後述詳しく説明する電流近似回路3により求められる。以下、このDC/DCコンバータの構成および動作を説明する。

【0014】1組のスイッチ $M1$ および $M2$ は、入力電圧 $V_{in}$ が印加されており、フリップフロップ5の状態に従って交互に駆動される。なお、スイッチ $M2$ の代わりにダイオードを用いることも可能である。この場合、ダイオードは、そのカソードがスイッチ $M1$ に接続するように設けられる。

【0015】コイル $L$ は、スイッチ $M1$ および $M2$ に接続され、エネルギーを蓄積する。出力コンデンサ $C_{out}$ は、負荷に供給される電流を平滑化する。すなわち、出

力コンデンサ $C_{out}$ は、負荷が要求する電流よりもコイル電流 $I_L$ の方が大きかったときは、過剰な電荷を蓄積し、負荷が要求する電流がコイル電流 $I_L$ よりも大きかったときは、蓄積してある電荷を放出する。なお、コイル $L$ および出力コンデンサ $C_{out}$ は、このDC/DCコンバータの出力回路を構成する。

【0016】分圧回路1は、複数の抵抗体を含む抵抗ネットワークであり、出力電圧 $V_{out}$ （出力端子の電位）を分圧する。なお、分圧回路1の出力は、出力電圧 $V_{out}$ を表す信号であり、以下ではこの信号を「電圧フィードバック信号 $V_{fb}$ 」と呼ぶことにする。

【0017】エラーアンプ2は、電圧フィードバック信号 $V_{fb}$ 、および予め決められている参照電圧 $V_{ref}$ が与えられており、これらを互いに一致させるための信号を出力する。エラーアンプ2の出力は、負荷に供給すべき電流（あるいは、コイル電流 $I_L$ ）を指示する信号であり、以下ではこの信号を「電流指令値信号 $I_{inst}$ 」と呼ぶことにする。

【0018】電流近似回路3は、電圧フィードバック信号 $V_{fb}$ が与えられ、この信号に基づいてコイル $L$ に流れているであろう電流を求める。電流近似回路3の出力は、コイル電流 $I_L$ の近似値（推定値）であり、以下ではこの近似値を「コイル電流近似値 $I_{ap}$ 」と呼ぶことにする。なお、電流近似回路3の具体的な構成については後述する。

【0019】コンパレータ4は、エラーアンプ2から出力される電流指令値信号 $I_{inst}$ と電流近似回路3から出力されるコイル電流近似値 $I_{ap}$ とを比較する。これにより、コイル電流 $I_L$ が出力電圧 $V_{out}$ に基づいて決まる電流指令値に達したか否かが検出される。

【0020】フリップフロップ5は、1組のスイッチ $M1$ および $M2$ を制御するための状態を保持する。即ち、フリップフロップ5がセット状態を保持している期間は、スイッチ $M1$ はオン状態に制御され、スイッチ $M2$ はオフ状態に制御される。この場合、コイル電流 $I_L$ は、ほぼ直線的に上昇する。一方、フリップフロップ5がリセット状態を保持している期間は、スイッチ $M1$ はオフ状態に制御され、スイッチ $M2$ はオン状態に制御される。この場合、コイル電流 $I_L$ は、ほぼ直線的に減少していく。

【0021】フリップフロップ5のセット端子にはワンショット回路6の出力が与えられ、リセット端子にはコンパレータ4の出力が与えられる。そして、コイル電流 $I_L$ が上記電流指令値よりも大きくなったことが検出されると、フリップフロップ5はリセットされる。また、ワンショット回路6は、コイル電流 $I_L$ が上記電流指令値よりも大きくなったことが検出されると、一定期間が経過した後にフリップフロップ5をセットする。

【0022】このように、このDC/DCコンバータにおいては、コイル電流 $I_L$ と出力電圧 $V_{out}$ に基づいて

10

20

30

40

50

決まる電流指令値とが比較され、その比較結果に基づいて出力電圧 $V_{out}$ が制御される。ここで重要なことは、コイル電流は、主電流が流れる経路において直接的に検出されるのではなく、電流近似回路3により求められる点である。

【0023】ところで、DC/DCコンバータの出力電圧 $V_{out}$ は、上述の制御により、図2(a)に示すように一定の値に保持されている。ところが、実際には、出力電圧 $V_{out}$ は、図2(b)に示すように、出力電流 $I_{out}$ （負荷に供給される電流）に応じて僅かに変化することが知られている。具体的には、出力電流 $I_{out}$ が小さいほど出力電圧 $V_{out}$ は高くなり、出力電流 $I_{out}$ が大き

$$I_L = I_{out} + I_c$$

なお、「 $I_c$ 」は、図1に示すように、出力コンデンサ $C_{out}$ へ流れ込む電流を表す。また、出力電流 $I_{out}$ は、コイル電流 $I_L$ の直流成分に相当し、コンデンサ電流 $I_c$ は、コイル電流 $I_L$ の交流成分に相当する。

【0026】出力電流 $I_{out}$ は、図2(b)に示す関係を利用して、出力電圧 $V_{out}$ に基づいて求められる。ここ

$$I_{out} = m(V_{max} - V_{out})$$

一方、コンデンサ電流 $I_c$ は、出力電圧 $V_{out}$ を時間微分した値に基づいて求められる。すなわち、出力コンデンサ $C_{out}$ はコンデンサ電流 $I_c$ により充電されるので、その出力コンデンサ $C_{out}$ の両端電圧はコンデンサ電流 $I_c$ を積分することにより得られる。ここで、出力コンデンサ $C_{out}$ の両端電圧は、実質的に出力電圧 $V_{out}$ と

$$I_c = k(dV_{out}/dt)$$

したがって、コイル電流 $I_L$ は、下記(4)式により表すことができる。

$$I_L = m(V_{max} - V_{out}) + k(dV_{out}/dt) \quad \dots (4)$$

このように、コイル電流 $I_L$ は、出力電圧 $V_{out}$ およびその出力電圧 $V_{out}$ を時間微分した値に基づいて求めることができる。したがって、図1において、電流近似回路3には、出力電圧 $V_{out}$ を表す電圧フィードバック信号 $V_{fb}$ が与えられている。

【0029】図3は、電流近似回路3の一例の回路図である。微分回路11は、電圧フィードバック信号 $V_{fb}$ を微分することにより、「 $k \cdot (dV_{out}/dt)$ 」を生成する。ここで、比例定数 $k$ は、抵抗 $R_1$ の抵抗値とコンデンサ $C_1$ の容量との積により決定される。

【0030】分圧回路12は、抵抗ネットワークであり、電圧フィードバック信号 $V_{fb}$ を分圧することにより、「 $m \cdot V_{out}$ 」を生成する。なお、常数 $m$ は、分圧回路12を構成する複数の抵抗体の抵抗値の比率により決定される。

【0031】減算回路13は、コイル電流近似値 $I_{ap}$ として、反転入力端子に与えられる電圧と非反転入力端子に与えられる電圧との差分を出力する。ここで、反転入力端子には、微分回路11により生成される「 $k \cdot (dV_{out}/dt)$ 」、および電圧源14により生成される「 $m \cdot V_{max}$ 」が与えられる。一方、非反転入力端子に

\* くなるにつれて出力電圧 $V_{out}$ は低下していく。なお、出力電流 $I_{out}$ と出力電圧 $V_{out}$ との対応関係は、実験により、あるいはシミュレーションなどにより求めることができる。また、出力電圧 $V_{out}$ の変動範囲は、一般に、DC/DCコンバータにより保持される電圧値と比べて十分に小さい。

【0024】電流近似回路3は、この特性を利用することにより、出力電圧 $V_{out}$ に基づいてコイル電流の近似値を求める。以下、コイル電流の近似値を求める方法を説明する。

【0025】コイル電流 $I_L$ は、下記(1)式により表される。

$$\dots (1)$$

※で、出力電圧 $V_{out}$ が出力電流 $I_{out}$ に比例するものと仮定し、出力電流 $I_{out} = 0$ のときの出力電圧 $V_{out}$ を「 $V_{max}$ 」と置くと、出力電流 $I_{out}$ は下記(2)式により表される。なお、「 $m$ 」は、比例定数である。

【0027】

$$\dots (2)$$

★ $t$ と同じものである。したがって、コンデンサ電流 $I_c$ は、出力電圧 $V_{out}$ を時間微分することにより得られる。すなわち、コンデンサ電流 $I_c$ は下記(3)式により表される。なお、「 $k$ 」は、比例定数である。

【0028】

$$\dots (3)$$

☆ことができる。

$$I_L = m(V_{max} - V_{out}) + k(dV_{out}/dt) \quad \dots (4)$$

は、分圧回路12により生成される「 $m \cdot V_{out}$ 」が与えられる。この結果、減算回路13は、コイル電流近似値 $I_{ap}$ として、上記(4)式に示した値を出力する。

【0032】このように、本実施形態のDC/DCコンバータでは、コイル電流は、主電流が流れる経路において直接的に検出されるのではなく、出力電圧に基づいて求められる。このため、コイル電流を検出するため発生する損失は小さくなり、これによりDC/DCコンバータの効率が向上する。なお、電流近似回路3には大きな電流は流れないので、電流近似回路3において発生する損失は小さい。

【0033】なお、図1に示すDC/DCコンバータは、電源投入時にその動作が不安定になる可能性がある。すなわち、電源投入時は出力電圧 $V_{out}$ が低いので、その期間に電流近似回路3により生成されるコイル電流近似値 $I_{ap}$ は、必要以上に大きくなってしまふことがある（上記(4)式参照）。そして、もし、コイル電流近似値 $I_{ap}$ の値が大きくなると、コンパレータ4の出力は「H」となり、フリップフロップ5はリセット状態を保持する。この結果、スイッチM1がオフ状態に制御されるので、コイル電流 $I_L$ を増加させることが出来な

い。

【0034】この問題を解決する方法としては、例えば、電源投入時から出力電圧 $V_{out}$ が所定レベルに上昇するまでの一定期間にはフリップフロップ5がリセットされないように規制する機能を設ける方法が考えられる。この機能は、例えば、電源投入時にはコンパレータ4の非反転入力端子を接地しておき、所定時間経過後にその端子を電流近似回路3に接続するようなスイッチを設けることにより実現可能である。この機能の実施例を図4に示す。図4において、スイッチSは電源投入時は閉状態である。また、タイマ回路21は、その電源投入から所定時間が経過したときにスイッチSを開状態に制御する。

【0035】なお、上述の実施例では、降圧型のDC/DCコンバータを採り上げたが、本発明は、これに限定されるものではなく、出力回路にコイルおよびコンデンサを含むスイッチング電源装置（充電器を含む）に適用可能である。

【0036】また、上述の実施例では、電流制御型のスイッチング電源装置において出力電圧を制御するためにコイル電流を求めているが、過電流を監視するためにコイル電流を求めるようにしてもよい。この場合は、負荷のショートなどにより生ずる過電流によってスイッチが破壊されないように設定された閾値と電流近似回路の出力とを比較によって比較し、過電流と判定された場合にリセット信号を出力するように構成してもよい。なお、過電流の監視を目的とする場合は、スイッチング電源装\*

\*置は、電流制御型である必要はない。

【0037】

【発明の効果】本発明によれば、スイッチング電源装置においてコイル電流を検出する際の損失が小さくなるので、スイッチング電源装置の効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態のスイッチング電源装置の構成図である。

【図2】(a) および(b) は、スイッチング電源装置の出力電流と出力電圧との関係を示す図である。

【図3】電流近似回路の一例の回路図である。

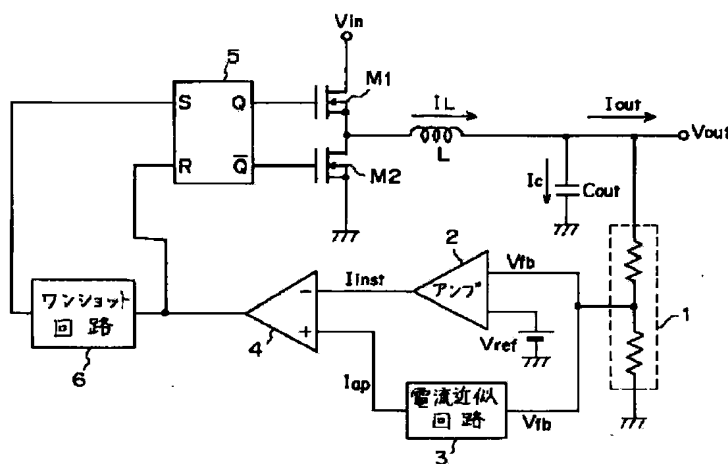
【図4】電源投入時の動作を安定させるための回路の回路図である。

【図5】既存のスイッチング電源装置の一例の構成図である。

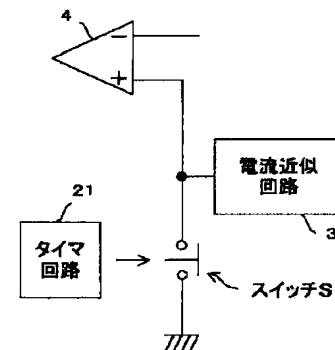
【符号の説明】

- |    |          |
|----|----------|
| 1  | 分圧回路     |
| 2  | エラーアンプ   |
| 3  | 電流近似回路   |
| 4  | コンパレータ   |
| 5  | フリップフロップ |
| 6  | ワンショット回路 |
| 11 | 微分回路     |
| 12 | 分圧回路     |
| 13 | 減算回路     |
| 14 | 電圧源      |

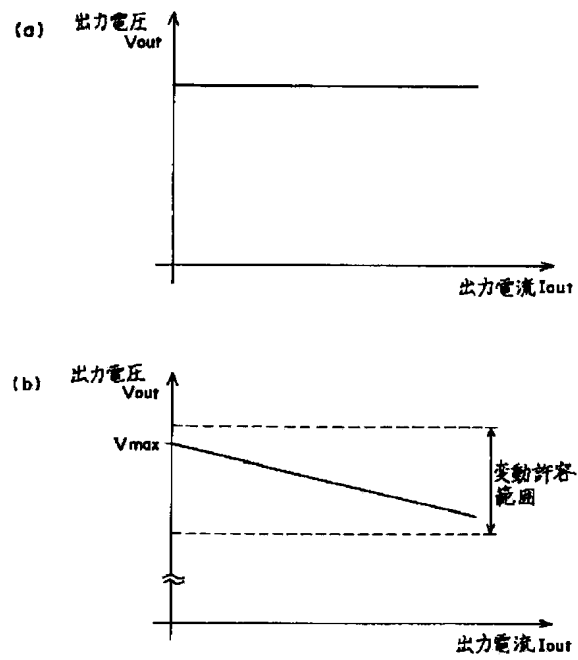
【図1】



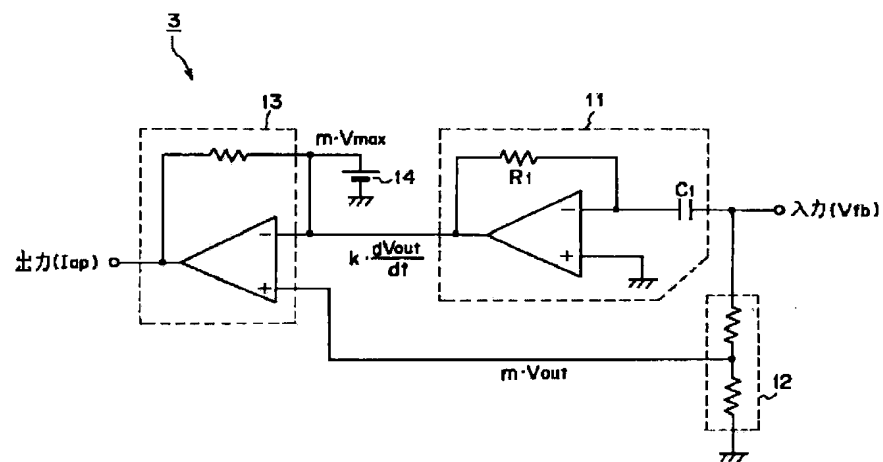
【図4】



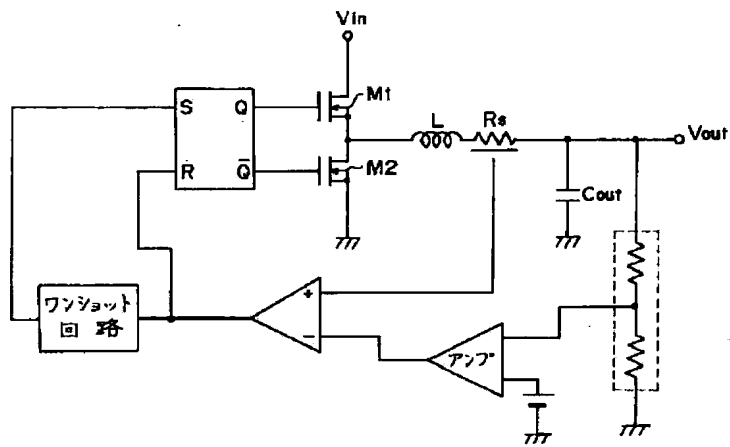
【図2】



【図3】



【図5】





[JP,2001-258244,A]

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the circuit and approach of detecting a coil current indirectly in switching power supply equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, many switching power supply equipments which have a coil and a capacitor in an output circuit are known. As this kind of switching power supply equipment, a DC to DC converter is a typical example, for example.

[0003] Drawing 5 is the block diagram of an example of existing switching power supply equipment. Here, the DC to DC converter of a pressure-lowering mold is shown. This DC to DC converter detects output voltage and a coil current, and holds output voltage to a fixed value by controlling switches M1 and M2 as a feedback signal using them.

[0004] Output voltage is detected using the resistor network connected to the output terminal. Moreover, a coil current is sensed (here, it connects with Coil L in series) resistance Rs inserted in the path for which principal current flows. It is detected using the voltage drop which can be set. In addition, even the purpose for which a coil current supervises an overcurrent may be detected.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, a coil current is the sense resistance Rs generally inserted in the path for which principal current flows. It is detected using the voltage drop which can be set. Although it is natural at this time, it is this sense resistance Rs. It sets and loss occurs. Therefore, decline in the effectiveness of the whole switching power supply equipment will be caused.

[0006] In addition, the electronic equipment (for example, note type personal computer etc.) driven with a dc-battery is spreading in recent years. By these electronic equipment, it has been one technical problem to lengthen dc-battery drive time amount. For this reason, especially the thing for which the effectiveness of the power unit carried in these electronic equipment is raised is important.

[0007] The technical problem of this invention is solving an above-mentioned problem, and is raising the effectiveness of switching power supply equipment. Moreover, other technical problems of this invention are searching for a coil current in the switching power supply equipment which has a coil and a capacitor in an output circuit, without detecting directly.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The switching power supply equipment of this invention is a configuration containing the switch with which input voltage is impressed, the coil which were connected to the switch, and the capacitor which were connected to the output terminal, and has the current approximation circuit which searches for the current which flows through the above-

mentioned coil based on the value which differentiated output voltage and its output voltage, and the control circuit which control the above-mentioned switch using the coil current searched for by the current approximation circuit.

[0009] In the switching power supply equipment of the above-mentioned configuration, a coil current is searched for based on the value which differentiated output voltage and its output voltage rather than is detected directly. For this reason, the loss generated in case a coil current is searched for becomes small.

[0010] The above-mentioned current approximation circuit (current detector) has the output current detector which searches for the output current corresponding to the output voltage of the switching power supply equipment concerned based on the correspondence relation between the output voltage of the switching power supply equipment concerned currently called for beforehand, and the output current, the differential circuit which differentiates the output voltage of the switching power supply equipment concerned, and the coil current detector which searches for the current which flows through the above-mentioned coil based on the output of the above-mentioned output current detector and the above-mentioned differential circuit.

[0011] The coil current in switching power supply equipment can be divided into a dc component and an alternating current component. And the dc component of a coil current is in agreement with the output current of the switching power supply equipment concerned in general. Here, when the correspondence relation between the output voltage of the switching power supply equipment concerned and the output current is called for beforehand, the output current can be searched for by detecting output voltage. Therefore, it can ask for the dc component of a coil current based on output voltage. On the other hand, the alternating current component of a coil current is in agreement with the current which flows into the above-mentioned capacitor in general. Here, an integral of the current which flows into this capacitor obtains the both-ends electrical potential difference of that capacitor. Moreover, the both-ends electrical potential difference of this capacitor is substantially the same as the output voltage of the switching power supply equipment concerned. Therefore, it can ask for the alternating current component of a coil current based on the value which differentiated output voltage. That is, a coil current can be searched for based on the value which differentiated the output voltage of switching power supply equipment, and its output voltage.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing about the operation gestalt of this invention. Drawing 1 is the block diagram of the switching power supply equipment of 1 operation gestalt of this invention. Here, the DC to DC converter of a pressure-lowering mold is taken up as an example.

[0013] The DC to DC converter shown in drawing 1 is output voltage  $V_{out}$ . And coil current  $I_L$ . It is output voltage  $V_{out}$ , detecting and using them as a feedback signal. It holds to a fixed value. however, coil current  $I_L$  in the path (path which goes to an output terminal from Coil L) for which principal current flows, it detects directly -- not having -- the after-mentioned -- the current approximation circuit 3 explained in detail asks. Hereafter, the configuration and actuation of this DC to DC converter are explained.

[0014] Input voltage  $V_{in}$  is impressed and 1 set of switches M1 and M2 are driven by turns according to the condition of a flip-flop 5. In addition, it is also possible to use diode instead of a switch M2. In this case, diode is formed so that that cathode may connect with a switch M1.

[0015] It connects with switches M1 and M2, and Coil L accumulates energy. Output capacitor  $C_{out}$  The current supplied to a load is graduated. Namely, output capacitor  $C_{out}$  It is the coil

current  $I_L$  from the current which a load requires. The current which accumulates a charge superfluous when the direction is large, and a load requires is the coil current  $I_L$ . The accumulated charge is emitted when large. In addition, Coil L and the output capacitor  $C_{out}$  The output circuit of this DC to DC converter is constituted.

[0016] The partial pressure circuit 1 is a resistor network containing two or more resistors, and pressures partially output voltage  $V_{out}$  (potential of an output terminal). In addition, the output of the partial pressure circuit 1 is output voltage  $V_{out}$ . It is the signal to express and, below, this signal will be called "the electrical-potential-difference feedback signal  $V_{fb}$ ."

[0017] The error amplifier 2 is the electrical-potential-difference feedback signal  $V_{fb}$  and the reference voltage  $V_{ref}$  decided beforehand. It is given and the signal for making these mutually in agreement is outputted. The output of the error amplifier 2 is a signal which directs the current (or the coil current  $I_L$ ) which should be supplied to a load, and, below, is carried out to calling this signal "the current command value signal  $I_{inst}$ ."

[0018] The electrical-potential-difference feedback signal  $V_{fb}$  is given, and the current approximation circuit 3 searches for the current which is probably flowing in Coil L based on this signal. The output of the current approximation circuit 3 is the coil current  $I_L$ . It is approximate value (estimate) and, below, this approximate value will be called "the coil current approximate value  $I_{ap}$ ." In addition, about the concrete configuration of the current approximation circuit 3, it mentions later.

[0019] A comparator 4 compares the current command value signal  $I_{inst}$  outputted from the error amplifier 2 with the coil current approximate value  $I_{ap}$  outputted from the current approximation circuit 3. Thereby, it is the coil current  $I_L$ . Output voltage  $V_{out}$  It is detected whether it was based and the decided current command value was reached.

[0020] A flip-flop 5 holds the condition for controlling 1 set of switches M1 and M2. That is, a switch M1 is controlled for the period when the flip-flop 5 holds the set condition by the ON state, and a switch M2 is controlled by the OFF state. In this case, coil current  $I_L$  It goes up almost linearly. On the other hand, a switch M1 is controlled for the period when the flip-flop 5 holds the reset condition by the OFF state, and a switch M2 is controlled by the ON state. In this case, coil current  $I_L$  It decreases almost linearly.

[0021] The output of a single-shot trigger circuit 6 is given to the set terminal of a flip-flop 5, and the output of a comparator 4 is given to a reset terminal. And detection of that the coil current  $I_L$  became larger than the above-mentioned current command value resets a flip-flop 5. Moreover, a single-shot trigger circuit 6 is the coil current  $I_L$ . If having become larger than the above-mentioned current command value is detected, after a fixed period passes, a flip-flop 5 will be set.

[0022] Thus, it sets to this DC to DC converter, and is the coil current  $I_L$ . Output voltage  $V_{out}$  It is based, the decided current command value is compared, and it is based on that comparison result, and is output voltage  $V_{out}$ . It is controlled. An important thing is a point a coil current is searched for by the current approximation circuit 3 rather than is directly detected in the path for which principal current flows here.

[0023] By the way, output voltage  $V_{out}$  of a DC to DC converter By above-mentioned control, it is drawing 2 (a). It is held at the fixed value so that it may be shown. However, it is output voltage  $V_{out}$  in fact. Drawing 2 (b) Changing slightly according to the output current  $I_{out}$  (current supplied to a load) is known so that it may be shown. Specifically, it is the output current  $I_{out}$ . It is output voltage  $V_{out}$ , so that it is small. It becomes high and is the output current  $I_{out}$ . It is output voltage  $V_{out}$  as it becomes large. It falls. In addition, the output current

Iout Output voltage Vout It can ask for correspondence relation by an experiment or simulation. Moreover, output voltage Vout Generally the fluctuation range is fully small compared with the electrical-potential-difference value held by the DC to DC converter.

[0024] The current approximation circuit 3 is output voltage Vout by using this property. It is based and the approximate value of a coil current is calculated. Hereafter, how to calculate the approximate value of a coil current is explained.

[0025] Coil current IL Following (1) It is expressed by the formula.

$I_L = I_{out} + I_c$  ... (1) -- in addition, "Ic" is shown in drawing 1 -- as -- output capacitor Cout The current flowing in is expressed. Moreover, the output current Iout Coil current IL It is equivalent to a dc component and is the capacitor current Ic. Coil current IL It is equivalent to an alternating current component.

[0026] Output current Iout Drawing 2 (b) The shown relation is used and it is output voltage Vout. It bases and asks. here -- output voltage Vout The output current Iout a proportional thing - - assuming -- output voltage Vout at the time of output current Iout =0 if it places with "Vmax" - - the output current Iout the following -- (2) It is expressed by the formula. In addition, "m" is a proportionality constant.

[0027]

$I_{out} = m(V_{max} - V_{out})$  ... (2) -- on the other hand -- capacitor current Ic Output voltage Vout It asks based on the value which carried out time amount differential. Namely, output capacitor Cout Capacitor current Ic Since it charges, it is the output capacitor Cout. A both-ends electrical potential difference is the capacitor current Ic. It is obtained by finding the integral. Here, it is the output capacitor Cout. A both-ends electrical potential difference is output voltage Vout substantially. It is the same. Therefore, capacitor current Ic Output voltage Vout It is obtained by carrying out time amount differential. Namely, capacitor current Ic Following (3) It is expressed by the formula. In addition, "k" is a proportionality constant.

[0028]

$I_c = k \frac{dV_{out}}{dt}$  ... (3), therefore coil current IL Following (4) A formula can express.

$I_L = m(V_{max} - V_{out}) + k \frac{dV_{out}}{dt}$  ... (4) -- such -- coil current IL Output voltage Vout And the output voltage Vout It can ask based on the value which carried out time amount differential. Therefore, it sets to drawing 1 and is output voltage Vout in the current approximation circuit 3. The electrical-potential-difference feedback signal Vfb to express is given.

[0029] Drawing 3 is the circuit diagram of an example of the current approximation circuit 3. A differential circuit 11 generates "k- (dVout/dt)" by differentiating the electrical-potential-difference feedback signal Vfb. Here, a proportionality constant k is resistance R1. Resistance and capacitor C1 A product with capacity is determined.

[0030] The partial pressure circuit 12 is a resister network, and generates "m-Vout" by pressuring partially the electrical-potential-difference feedback signal Vfb. In addition, Constant m is determined by the ratio of the resistance of two or more resistors which constitute the partial pressure circuit 12.

[0031] A subtractor circuit 13 outputs the difference of the electrical potential difference given to an inversed input terminal and the electrical potential difference given to a non-inversed input terminal as coil current approximate value Iap. Here, "k- (dVout/dt)" generated by the differential circuit 11 and "m-Vmax" generated by the voltage source 14 are given to an inversed input terminal. On the other hand, "m-Vout" generated by the partial pressure circuit 12 is given to a non-inversed input terminal. Consequently, a subtractor circuit 13 is the above (4) as coil current approximate value Iap. The value shown in the formula is outputted.

[0032] Thus, in the DC to DC converter of this operation gestalt, a coil current is searched for based on output voltage rather than is directly detected in the path for which principal current flows. For this reason, the loss generated in order to detect a coil current becomes small, and, thereby, its effectiveness of a DC to DC converter improves. In addition, since a big current does not flow in the current approximation circuit 3, the loss generated in the current approximation circuit 3 is small.

[0033] In addition, as for the DC to DC converter shown in drawing 1, the actuation may become unstable at a power up. That is, a power up is output voltage  $V_{out}$ . Since it is low, the coil current approximate value  $I_{ap}$  generated by the current approximation circuit 3 at the period may become large beyond the need (refer to the above-mentioned (4) formula). And if the value of the coil current approximate value  $I_{ap}$  becomes large, the output of a comparator 4 will be set to "H" and, as for a flip-flop 5, a reset condition will be held. Consequently, since a switch M1 is controlled by the OFF state, it is the coil current  $I_L$ . It cannot be made to increase.

[0034] As an approach of solving this problem, it is a power up to the output voltage  $V_{out}$ , for example. How to prepare the function regulated so that a flip-flop 5 may not be reset can be considered at a fixed period until it goes up on predetermined level. This function grounds the non-inversed input terminal of a comparator 4 to the power up, and can be realized by forming a switch which connects that terminal to the current approximation circuit 3 after predetermined time progress. The example of this function is shown in drawing 4. In drawing 4, the power up of Switch S is a closed state. Moreover, a timer circuit 21 controls Switch S in the open condition, when predetermined time has passed since the powering on.

[0035] In addition, in the above-mentioned example, although the DC to DC converter of a pressure-lowering mold was taken up, this invention is not limited to this and can be applied to the switching power supply equipment (a battery charger is included) which contains a coil and a capacitor in an output circuit.

[0036] Moreover, in order to supervise an overcurrent, you may make it search for a coil current, although the coil current is searched for in the above-mentioned example in order to control output voltage in the switching power supply equipment of a current control mold. In this case, a comparison compares the threshold set up so that a switch might not be destroyed by the overcurrent produced by short-circuit of a load etc., and the output of a current approximation circuit, and when judged with an overcurrent, you may constitute so that a reset signal may be outputted. In addition, when aiming at the monitor of an overcurrent, switching power supply equipment does not need to be a current control mold.

[0037]

[Effect of the Invention] Since the loss at the time of detecting a coil current in switching power supply equipment becomes small according to this invention, the effectiveness of switching power supply equipment improves.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The switching power supply circuit which has the current approximation circuit which is switching power supply equipment containing the switch with which input voltage is impressed, the coil connected to the switch, and the capacitor which were connected to the output terminal, and searches for the current which flows through the above-mentioned coil based on the value which differentiated output voltage and its output voltage, and the control

circuit which control the above-mentioned switch using the coil current searched for by the current approximation circuit.

[Claim 2] The switch with which input voltage is impressed, the coil connected to the switch, And it is the current detector which searches for the current which flows through the above-mentioned coil in the switching power supply equipment containing the capacitor connected to the output terminal. The output current detector which searches for the output current corresponding to the output voltage of the switching power supply equipment concerned based on the correspondence relation between the output voltage of the switching power supply equipment concerned currently called for beforehand, and the output current, The current detector which has the differential circuit which differentiates the output voltage of the switching power supply equipment concerned, and the coil current detector which searches for the current which flows through the above-mentioned coil based on the output of the above-mentioned output current detector and the above-mentioned differential circuit.

[Claim 3] The control approach of the switching power supply equipment which is the approach of controlling the switching power supply equipment containing the switch with which input voltage is impressed, the coil which were connected to the switch, and the capacitor which were connected to an output terminal, and contains the step which searches for the current which flows through the above-mentioned coil based on the value which differentiated output voltage and its output voltage, and the step which control the above-mentioned switch using the coil current searched for by the above-mentioned step.

[Claim 4] The switch with which input voltage is impressed, the coil connected to the switch, And it is the approach of detecting the current which flows through the above-mentioned coil in the switching power supply equipment containing the capacitor connected to the output terminal. The step which searches for the output current corresponding to the output voltage of the switching power supply equipment concerned based on the correspondence relation between the output voltage of the switching power supply equipment concerned currently called for beforehand, and the output current, The current detection approach of having the step which differentiates the output voltage of the switching power supply equipment concerned, and the step which searches for the current which flows through the above-mentioned coil based on each result by the two above-mentioned steps.